

ANALISA KAPASITAS GEDUNG MARI MAKASSAR

Herman Parung, Andi Arwin Amiruddin, Hasmanullah

Abstrak

Mal Ratu Indah (MaRI) merupakan mal pertama di Makassar yang dibangun pada tahun 1997 dan diresmikan pada tahun 1999. Dalam usaha memenuhi kebutuhan infrastruktur bangunan gedung menjadi yang lebih baik, keamanan dan kenyamanan pengunjung menjadi prioritas utama. Seiring dengan beroperasinya MaRI, pada beberapa area terasa getaran yang berlebihan dan cukup mengganggu pengunjung. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan sisa gedung MaRI melalui pengujian Core Drill (Destructive Test) dan Hammer Test (Non-Destructive Test). Berdasarkan hasil pengujian Core Drill diperoleh penurunan mutu beton MaRI hingga 62% sedangkan untuk hasil pengujian Hammer Test diperoleh penurunan mutu beton MaRI hingga 46%. Selanjutnya data-data tersebut dilakukan analisa kapasitas gedung MaRI dengan menggunakan aplikasi SAP 2000. Analisis yang dilakukan mengacu pada SNI – 1727 – 2013 (Beban Minimum Untuk Perancangan Struktur Bangunan Gedung dan Struktur Lain) dan SNI-1726-2012 (Tata Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung). Dari hasil analisis menunjukkan 54 frame mengalami overstress, dengan rincian 4 frame yang mengalami overstress pada lentur, 6 frame yang mengalami overstress pada gaya geser dan 43 frame yang mengalami overstress pada torsi dan gaya geser.

Kata kunci: non destructive test, destructive test, hammer test, core drill, kekuatan sisa, kapasitas gedung

1. Pendahuluan

Dalam usaha memenuhi kebutuhan infrastruktur gedung menjadi yang lebih baik, keamanan dan kenyamanan pengunjung menjadi prioritas utama, khususnya keselamatan pengguna gedung terhadap bahaya keruntuhan gedung. Peningkatan mutu pelayanan dari infrastruktur dilakukan dengan mengganti infrastruktur yang telah menurun mutu pelayanannya dengan infrastruktur yang baru atau meningkatkan kemampuan infrastruktur yang sudah menurun akibat adanya kerusakan-kerusakan yang terjadi selama penggunaan infrastruktur tersebut tanpa harus membongkar infrastruktur yang ada.

Mall Ratu Indah (MaRI) merupakan salah satu pusat perbelanjaan terbesar di

kota Makassar. Mall ini didirikan pada tahun 1997, dengan lokasi strategis di dekat Hotel Sahid, Jl. Dr. Sam. Ratulangi No. 35, Makassar.

Seiring dengan pertumbuhan ekonomi Indonesia yang terus meningkat dari tahun ke tahun membuat MaRI berorientasi menjadi pusat perbelanjaan terpadu dan bertaraf internasional dengan target pasar menengah ke atas. Dikelola dengan konsep *one stop shopping*, MaRI menjadi pusat perbelanjaan pertama yang menyediakan fasilitas belanja, hiburan, rekreasi dan pujasera (Pusat Perbelanjaan Serba Ada) bagi masyarakat di kota Makassar.

Kondisi struktur MaRI saat ini secara keseluruhan cukup aman dan stabil. Namun pada beberapa area terasa getaran yang

berlebihan dan cukup mengganggu kenyamanan pengunjung. Berdasarkan hal tersebut, dilakukan evaluasi terhadap struktur bangunan untuk mengetahui tingkat kelayakannya, yang kemudian disusun dalam tugas akhir yang berjudul “Analisa Kapasitas Gedung MARI Makassar”.

2. Perhitungan Struktur

Adapun peraturan-peraturan perhitungan kekuatan struktur yang di gunakan adalah sebagai berikut:

- a. Beban Minimum Untuk Perancangan Struktur Bangunan Gedung dan Struktur Lain SNI – 1727 – 2013
- b. Tata Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI-1726-2012
- c. Metode Pengujian Elemen Struktur Beton dengan Alat Palu Pantul tipe N dan NR SNI 03 – 4430 – 1997
- d. Metode Pengambilan dan Pengujian Beton Inti SNI 03-2492-2002
- e. Adapun program/software yang digunakan adalah SAP 2000 v.18.1.0, *Computer and structure Inc.*

Untuk beban-beban yang bekerja dirincikan sebagai berikut:

- a. Beban Mati
Beban mati (*Dead Load*) adalah berat dari semua bagian gedung yang bersifat tetap. Beban mati terdiri dari dua jenis, yaitu berat struktur itu sendiri dan beban mati tambahan. Beban mati tambahan dapat berupa lantai (ubin/keramik), peralatan mekanik elektrik, langit-langit, dan sebagainya. Perhitungan besarnya beban mati suatu elemen dilakukan dengan meninjau berat suatu

material tersebut berdasarkan volume elemen. Berat satuan (*unit weight*) material secara empiris telah ditentukan dan telah banyak dicantumkan tabelnya pada sejumlah standar atau peraturan pembebanan.

- b. Beban Hidup

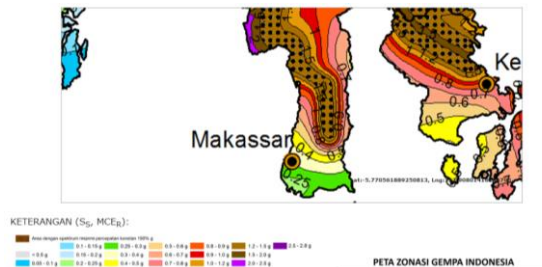
Beban hidup (*Live Load*) adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung dan ke dalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup gedung tersebut, sehingga mengakibatkan perubahan pembebanan pada lantai dan atap. Beban hidup dapat menimbulkan lendutan pada struktur, sehingga harus dipertimbangkan menurut peraturan yang berlaku agar struktur tetap aman.

- c. Beban Gempa

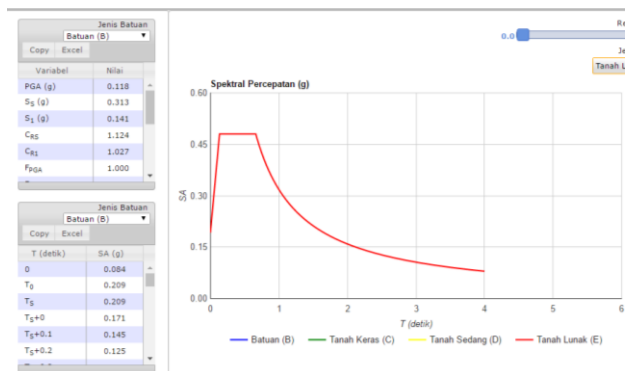
Beban Gempa direncanakan mengacu pada peraturan SNI 1726:2012 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung.

Dalam menentukan parameter respon spektra percepatan batuan dasar periode pendek 0,2 detik (*S_s*) maupun pada periode 1 detik (*S₁*) perlu berpatokan pada SNI Gempa 1726:2012. Selain dengan menggunakan peta respon spektra yang ada, percepatan batuan dasar juga dapat ditentukan dengan mengunjungi situs www.puskim.pu.go.id dimana di dalamnya terdapat aplikasi yang isinya berupa peta gempa yang lebih detail, dan nilai *S_s* maupun *S₁* diperoleh dengan menginput koordinat dari lokasi dimana bangunan tersebut didirikan. Data *S_s* dan *S₁* tersebut akan dapat diunduh lengkap dengan

parameter-parameter turunan dari S_s dan S_1 juga dengan grafik percepatan batuan desain (S_a) yang dapat dipakai pada analisa dinamik seperti terlihat pada gambar berikut:



Gambar 1. Penentuan Nilai S_s dan S_1 Menggunakan Aplikasi Desain Spektra Indonesia



Gambar 2. Data S_s dan S_1 serta parameter-parameter turunannya dan Grafik Percepatan Batuan Desain (S_a)

- d. **Beban Angin** : Beban angin pada struktur terjadi karena adanya gesekan udara dengan permukaan struktur dan perbedaan tekanan depan dan belakang struktur dibandingkan dengan yang lainnya. Tekanan tiup harus diambil minimum 25 kg/m^2 untuk kondisi umum. Sedangkan untuk daerah tepi laut sampai sejauh 5 km dari pantai harus diambil sebesar 40 kg/m^2 .

Kombinasi beban : Kombinasi beban berdasarkan peraturan yang berlaku di Indonesia. Kombinasi beban tetap yaitu :

- $1.4 D$

- $1.2 D + 1.6 L + (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$
- $1.2 D + 1.6 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0.5 W)$
- $1.2 D + 1.0 W + L + 0.5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$
- $1.2 D + 1.0 E + L + 0.2 S$
- $0.9 D + 1.0 W$
- $0.9 D + 1.0 E$

Dimana :

- D = Beban Mati
- L = Beban Hidup
- L_r = Beban Hidup Atap
- S = Beban Salju
- R = Beban Hujan
- E = Beban Gempa
- W = Beban Angin

3. Metode Penelitian



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

4. Dasar-dasar Metode Penaksiran Kekuatan Beton

a. Evaluasi Secara Visual

Pertama-tama pengamatan dilakukan dengan metode visual dengan meninjau beberapa titik di Mall Ratu Indah yang mengalami defleksi paling besar. Yakni dengan berada di suatu titik dengan merasakan daerah pada titik tersebut dilalui beban dinamis (beban hidup).

Pengamatan visual terdiri dari pengamatan :

- Penentuan titik titik rawan pada Mall Ratu Indah
- Merasakan defleksi dari beberapa titik dengan memberikan beban dinamis pada pelat.
- Menandai titik-titik yang menerima defleksi paling besar berdasarkan pengamatan awal.

Lokasi yang telah ditentukan kemudian dijadikan sebagai titik pengambilan data dengan menggunakan Schmidt Hammer Test dengan meninjau balok dan kolom pada lokasi tersebut. Sehingga dapat diprediksikan kekuatan dari masing-masing komponen struktur tersebut.

b. Pengujian Non Destructive

Acuan yang digunakan adalah SNI 03-4430-1997. Metode pengujian Kuat Tekan Elemen Struktur Beton dengan menggunakan alat uji Hammer Test Type N dan NR. Pengujian ini dimaksudkan sebagai acuan dalam melaksanakan uji kekerasan permukaan beton di lapangan tanpa merusak struktur. Adapun tujuan dari pengujian agar dapat memprediksikan nilai kuat tekan beton pada suatu elemen struktur untuk keperluan pengendalian mutu beton di lapangan bagi perencana dan atau pengawas pelaksana pekerjaan.

Pengujian ini dilakukan dengan memperhatikan hal-hal berikut:

1. Tebal elemen struktur pelat dan dinding minimal 100 mm dan kolom minimal 125 mm
2. permukaan beton yang akan diuji harus merupakan permukaan yang padat, halus, dan tidak dilapisi oleh plesteran atau bahan pelapis lainnya
3. bidang uji yang dipilih harus kering dan halus, bebas dari tonjolan-tonjolan atau lubang-lubang
4. lokasi-lokasi bidang uji harus ditentukan sesuai dengan dimensi elemen struktur dan jumlah nilai uji yang diperlukan untuk perhitungan perkiraan kekuatan beton.
5. permukaan bidang uji diberi tanda batas lokasi untuk titik-titik uji dengan minimum berukuran seluas $100 \times 100 \text{ mm}^2$
6. permukaan bidang uji yang kasar harus digerinda halus sebelum diuji
7. bidang uji pada struktur yang berumur lebih dari enam bulan harus digerinda rata sampai kedalaman 5 mm sebelum diuji, jika hasil ujinya akan dibandingkan dengan hasil uji beton yang berumur lebih muda.

c. Pengujian Destructive

Acuan yang digunakan adalah SNI 03-3403-1994 dan Metode Pengujian Beton Inti Pemboran dan SNI 03-2492-2002, Metode Pengambilan Benda Uji Beton Inti. Metode ini dimaksudkan untuk dipakai sebagai acuan dan pegangan dalam pengujian kuat tekan benda uji beton inti. Adapun tujuan metode ini adalah untuk mendapatkan nilai estimasi

kuat tekan beton pada struktur yang telah dilaksanakan.

Berbeda dengan pengujian non destructive, metode ini dilakukan dengan terlebih dahulu mengambil sampel dilapangan. Ada beberapa jenis metode pengujian Destructive, yakni dengan menggunakan metode *Pengujian Beton Inti*, yaitu pengambilan sampel dengan Core Drill (berdiameter 7 cm)

5. Analisis Kekuatan Struktur Beton

Tahap awal analisa adalah mempelajari sistem struktur yang dipakai dengan mengikuti persyaratan-persyaratan yang ditentukan oleh Arsitek berdasarkan As-Built Drawing.

Analisis dalam perhitungan bangunan gedung Mall Ratu Indah ini disesuaikan dengan aturan terbaru yang ada di Indonesia. Adapun peraturan-peraturan yang menjadi acuan dalam perhitungan struktur adalah sebagai berikut :

- a. Beban Minimum Untuk Perancangan Struktur Bangunan Gedung dan Struktur Lain SNI – 1727 – 2013
- b. Tata Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI-1726-2012

6. Hasil dan Pembahasan

a. Pengamatan Visual

Berdasarkan hasil pengamatan visual yang dilakukan, ditemukan beberapa titik lokasi yang dinilai memiliki tingkat getaran yang cukup besar, yakni pada daerah Kassa 8 Matahari, Time Zone, KFC, SAO Food Court, Pelat Atap Lantai 4. Yang kemudian dijadikan sebagai titik pengambilan data hammer test dan pengambilan sampel beton inti.

b. Pengujian *Hammer Test* (Non-Destructive Test)

Berdasarkan hasil pengujian *Hammer Test* yang dilakukan, diperoleh :

Tabel 1. Kuat Tekan Beton menggunakan *Hammer Test*

Lokasi	Kuat tekan permukaan beton (kg/cm ²)	Kuat Tekan Koreksi (0.74) (kg/cm ²)	Penurunan Mutu Beton (%)
Kassa 8 Matahari	216.83	160.4542	46.51
Time Zone	240.64	178.0736	40.64
KFC Lt. 2	259.85	192.289	35.90
SAO Food Court	280.28	207.4072	30.86
Pelat atap Lt. 4	254.51	188.3374	37.22

c. Pengujian *Core Drill* (Destructive Test)

Kekuatan sisa beton diukur secara langsung dengan menggunakan metode *core drill*. Sampel pengujian hasil *core drill* memiliki diameter rata-rata 70 mm.

Hasil pengujian beton inti diperlihatkan pada Tabel 2. Menunjukkan bahwa terdapat tiga lokasi dari empat lokasi rencana pengambilan sampel *core drill* yakni, pada Kassa 8 Matahari, Depan Eskalator Timezone Lt 4, dan Pelat Atap lantai 4. Dari keseluruhan hasil pengujian diketahui bahwa Pelat depan Eskalator Timezone lantai 4 memiliki nilai terkecil yakni sebesar 7.66 Mpa.

Tabel 2. Hasil pemeriksaan *core drill test* pada pelat

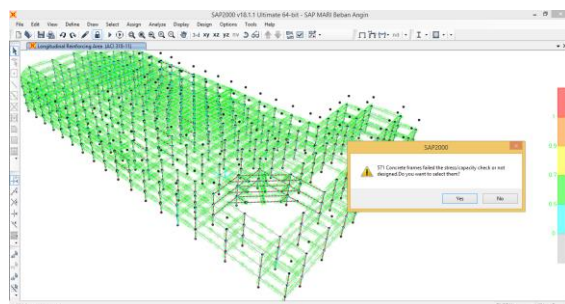
No	Posisi	Diameter/Sisi (D)	Tinggi	Luas	Beban	f_c	C_u	C_1	C_2	f_{cc}	Penurunan Mutu Beton (%)
		(mm)	(mm)	(mm ²)	(N)	(Mpa)				(Mpa)	
1	Kassa 8 Matahari	64.50	129.00	3268.77	30000	9.18	1.00	1.00	1.00	9.18	56.96
2	Depan Eskalator LT 4	65.40	135.10	3360.63	25000	7.44	1.00	1.03	1.00	7.66	62.42
3	Pelat Atap LT 4	64.48	60.35	3266.74	51000	15.61	1.00	1.00	1.00	15.61	33.80

d. Analisa Struktur Gedung dengan SAP 2000

Dari pengujian beberapa sampel yang dilakukan di laboratorium, dan juga beberapa data sekunder (asbuild drawing) yang diperoleh dari pengelola Mall Ratu Indah Makassar, analisa struktur gedung MaRI Makassar dapat dihitung dengan menggunakan Aplikasi SAP 2000. Hasil analisisnya dapat dilihat pada tabel 3. Dari total 2232 frame yang ada terdapat 54 frame yang mengalami overstress dengan rincian sebagai berikut :

- *Overstress* akibat lentur : 4 Frame
- *Overstress* pada gaya geser : 6 Frame
- *Overstress* pada torsi dan gaya geser : 43 Frame

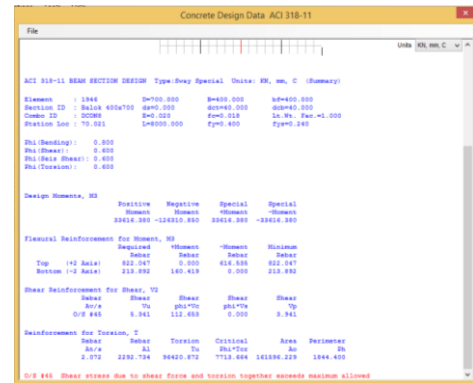
Berdasarkan data tersebut, maka pada beberapa frame struktur tidak mampu memikul beban yang direncanakan. Untuk itu perlu dipertimbangkan untuk melakukan perbaikan terhadap kondisi eksisting.



Gambar 3. Pengecekan struktur

Salah satu batang yang mengalami kegagalan adalah batang 1946 seperti terlihat pada Gambar 4, tampak bahwa pada tulangan geser terjadi *overstress* (O/S) yang

menandakan bahwa balok tersebut tidak aman dalam menahan gaya geser.



Gambar 4 Balok *Overstress*

7. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu:

1. Berdasarkan hasil pengujian dengan menggunakan *Hammer Test*, menunjukkan adanya penurunan mutu beton dari yang terkecil sebesar 30.86% pada area SAO Food Court dan yang terbesar sebesar 46.51% pada area Kassa 8 Matahari.
2. Hasil pengujian dengan menggunakan *Core Drill*, menunjukkan adanya presentase penurunan mutu beton dari yang terkecil sebesar 33.8% pada area Pekat Atap Lantai 4 dan yang terbesar pada area Eskalator Lantai 4 sebesar 62.42%.

Hasil analisa dengan menggunakan SAP 2000, terdapat 54 frame yang mengalami *overstress* dengan rincian 4 frame yang mengalami overstress pada lentur, 6 frame yang mengalami *overstress* pada gaya geser dan 43 frame yang mengalami *overstress* pada torsi dan gaya geser.

Tabel 3. Gaya Gaya yang Terjadi

Area	Rencana	Eksisting	Presentasi	Satuan	Gaya yang bekerja	Lokasi
1628	51.291	355.541	693.2	KN	Gaya Geser Frame	G6-H6
2033	-77.673	-336.041	432.6			B10-C10
655	103.1564	706.2173	684.6	KN-m	Momen Frame	G11
1628	-149.016	-1051.54	705.7			G6-H6
400	1.43	99.85	6982.5	KN/m	Gaya Pelat Sumbu 1-1	G6-H6
366	-40.19	-73.38	182.6			G13-H13
395	36.7	63.43	172.8	KN/m	Gaya Pelat Sumbu 2-2	H-14
583	-36.68	-67.96	185.3			E-11
395	3.47	66.78	1924.5	KN/m	Gaya Pelat Sumbu 1-2	G13-H13
323	-12.66	-64.51	509.6			B13-C13
358	4.9095	204.2134	4159.6	KN-m/m	Momen Pelat Pelat	E12-F12
401	-4.9147	-169.094	3440.6			H-14
400	1.59	259.11	16296.2	KN/m	Gaya Geser Pelat Sumbu 1-3	G6-H6
515	-70.03	-412.82	589.5			F-16
91	468.45	889.79	189.9	KN/m	Gaya Geser Pelat Sumbu 2-3	G-1
344	-387.48	-753.51	194.5			E10-F10

Daftar Pustaka

- Asroni, Ali. 2010. *Balok dan Pelat Beton Bertulang*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Nawy, Edward G. 2010. *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. PT. Refika Aditama. Bandung.
- Satyarno, Iman, dkk. 2012. *Belajar SAP2000 Seri 1*. Zamil Publishing. Yogyakarta.
- Satyarno, Iman, dkk. 2012. *Belajar SAP2000 Seri 2 Analisis Gempa*. Zamil Publishing. Yogyakarta.
- Suriady, Suardy, & Yasser, Muhammad. 2007. *Analisa Kekuatan Struktur Asrama Mahasiswa Balikpapan di Makassar*. Skripsi Jurusan Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Tarukallo, Novia. 2014. *Tinjauan Perencanaan Superstruktur Hotel Berlantai 8 Panakkukang Blok F 5/9*

Makassar. Skripsi Jurusan Teknik Sipil,
Universitas Hasanuddin, Makassar.

Nasruddin., Sampebulu, Victor., Sirajuddin,
M. Yahya., dan Sampurno, Sapto.B.,
2015. *Analisis Perbandingan Kuat Tekan
Beton antara Destructive Test dan Non-
Destructive Test Dalam Perawatan
Basah dan Kering*. Temu Ilmiah IPLBI.

Lubis, Marwadi. 2003. *Pengujian Struktur
Beton Dengan Metode Hammer Test dan
Metode Uji Pembebanan (Load Test)*.
Skripsi Jurusan Teknik Sipil, Universitas
Sumatera Utara.